

**LAPORAN AKHIR TAHUN
PROGRAM PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
SKEMA: NASIONAL**

**SOSIALISASI SISTEM PRODUKSI KAKAO BERBASIS BIOCHAR UNTUK
PENINGKATAN PRODUKTIVITAS LAHAN DAN PENDAPATAN KELOMPOK
TANI MAMMINASA DECENG DI KABUPATEN SOPPENG**

**Tahun ke 1 dari rencana
1 tahun**



**Dr. Sukmawati,S.P.M.P.
Dr. Iradhatullah Rahim, S.P.M.P.
Dr. Yadi Arodhisakara,S.E.M.Si
Ahmad Selao,S.P.M.Sc.
Harsani,S.P.M.P.
Aswar Syafnur,S.Si.M.Si.**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYA PAREPARE
NOVEMBER 2022**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Sosialisasi sistem produksi kakao berbasis biochar untuk peningkatan produktivitas lahan dan pendapatan kelompok tani mamminasa deceng di kabupaten soppeng

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : Dr. Sukmawati,S.P.M.P.
NIDN : 0906087601
Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
Program Studi : Agroteknologi
Nomor HP : 08234477529
Alamat : Jl. Toddopuli 5 stpk 7 no. 45 Kota Makassar

Anggota (1)
Nama Lengkap : Dr. Iradhatullah Rahim,S.P.M.P
NIDN : 0926117601
Perguruan tinggi : Universitas Muhmmadiya Parepare

Anggota (2)
Nama Lengkap : Dr. Yadi Arodhiskara,S.E.M.Si.
NIDN : 0925077604
Perguruan tinggi : Universitas Muhammadiyah Parepare

Anggota (3)
Nama Lengkap : Harsani,S.P.M.P.
NIDN : 0910028902
Perguruan tinggi : Politeknik Pertanian Negeri Pangkep

Anggota (4)
Nama Lengkap : Aswar,Syafnur,S.Si.M.Sc.
NIDN : 8919820021
Perguruan tinggi : Universitas Hasanuddin
Mitra : Ithaka Institute
Penanggung jawab : Luki Anisa Nurul Fathia, SP., M.Sc
Alamat : Perumahan Akasia B2/05 Tallasa City, Makassar

Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 1 tahun
Biaya tahun berjalan : Rp. 50.414.000,-
Biaya Keseluruhan : Rp. 50.414.000,-

Dekan, Parepare, 15 Oktober 2022
Fakultas Pertanian, Peternakan dan Ketua Tim
Perikanan



Dr. Nur Hapsa,S.P.M.Si.
NIDN. 0912106901



Dr.Sukmawati,S.P.M.P.
NIDN.0906087601

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga kegiatan *Sosialisasi Sistem Produksi Kakao Berbasis Biochar untuk Peningkatan Produktivitas Lahan dan Pendapatan Kelompok Tani Mamminasa Deceng di Kabupaten Soppeng* dapat terlaksana dengan baik dan lancar.

Kegiatan ini merupakan bagian dari upaya peningkatan kapasitas petani dalam menerapkan teknologi pertanian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, khususnya melalui pemanfaatan biochar sebagai bahan pembenah tanah. Kami berharap kegiatan ini dapat memberikan manfaat nyata bagi petani dalam meningkatkan hasil panen, memperbaiki kualitas lahan, dan mendukung sistem pertanian kakao yang adaptif terhadap perubahan iklim.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan kegiatan ini, khususnya kepada Kelompok Tani Mamminasa Deceng, pemerintah desa dan kecamatan, narasumber, serta tim pelaksana yang telah bekerja dengan dedikasi tinggi.

Kami menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, saran dan masukan dari berbagai pihak sangat kami harapkan guna perbaikan dan penyempurnaan kegiatan serupa di masa yang akan datang.

Akhir kata, semoga laporan ini dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai pelaksanaan kegiatan serta menjadi referensi yang bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan.

Parepare, Oktober 2022

Tim Pelaksana

DAFTAR ISI

PRAKATA	3
DAFTAR ISI	4
DAFTAR GAMBAR	5
BAB I. PENDAHULUAN	6
1.1. Latar Belakang	6
1.2. Tujuan	7
1.3. Manfaat	8
BAB 2. TARGET DAN LUARAN	9
2.1. Target Kegiatan	9
2.2. Luaran yang diharapkan	9
BAB 3. METODE PELAKSANAAN	10
1. Lokasi Kegiatan.	10
2. Peserta Kegiatan.	10
3. Materi Kegiatan.	10
BAB 4 HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI	11
4.1. Hasil.....	11
a. Arah Pengembangan Kakao di Kabupaten Soppeng.	11
B. Biochar: Pendekatan Perkebunan Kakao Berkelanjutan.....	12
c. Standarisasi Biochar dan Kredit Karbon.	12
d. Aplikasi biochar ke dalam tanah sebagai stok karbon.	13
b. Luaran yang dicapai	14
BAB 5. KESIMPULAN	16
DAFTAR PUSTAKA	17

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pemaparan Kepala Dinas Tanaman Pangan, Hortikultura dan Ketahanan Pangan Kabupaten Soppeng tentang Arah Pengembangan Kakao di Kabupaten Soppeng	11
Gambar 2. Pemaparan Prof.Dr. Ir. H. Nasaruddin, M.Si Guru Besar Perkebunan dan Fisiologi Tanaman UNHAS tentang biochar	12
Gambar 3. Pemaparan standarisasi karbon kredit dari Ithaka Institute. Proses pengeringan dan pembakaran menggunakan metode kontiki	13
Gambar 4. Aplikasi Biochar Sebagai Pupuk Slow Release pada Tanaman Kakao Dewasa dan Bibit Kakao	14
Gambar 5. Keterlibatan mahasiswa dalam kegiatan sosialisasi	14

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkebunan kakao milik rakyat ber-kontribusi sebesar 99% terhadap produksi kakao di Indonesia. Namun demikian, mengalami penurunan dari segi luas areal maupun produksi biji kakao hingga tahun 2020. Ini terjadi di Provinsi Sulawesi Selatan yang berkontribusi sebesar 15% terhadap produksi kakao di Indonesia, dimana luas areal, produksi biji kakao dan produktivitas mengalami tren penurunan yang signifikan sejak tahun 2018, 2019, 2020 (BPS, 2020), yang terjadi pada sentra-sentra perkebunan kakao seperti di Kabupaten Soppeng (BPS Sulawesi Selatan, 2021)

Kabupaten Soppeng merupakan salah satu sentra produksi kakao di Sulawesi Selatan yang memiliki potensi besar dalam pengembangan komoditas perkebunan, khususnya kakao. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, produktivitas tanaman kakao cenderung stagnan bahkan menurun akibat penurunan kesuburan tanah, praktik budidaya yang kurang berkelanjutan, serta rendahnya adopsi teknologi pertanian ramah lingkungan di tingkat petani. Kelompok Tani Mamminasa Deceng, sebagai salah satu kelompok tani aktif di wilayah tersebut, menghadapi tantangan serupa dalam meningkatkan hasil produksi dan pendapatan anggota kelompoknya.

Salah satu pendekatan yang potensial untuk mengatasi masalah tersebut adalah pemanfaatan **biochar**, yaitu arang hayati yang dihasilkan dari pirolisis limbah biomassa seperti tongkol jagung atau sekam padi. Biochar terbukti mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk, serta mendukung retensi air dan ketersediaan hara dalam jangka panjang. Dengan sistem produksi kakao berbasis biochar, diharapkan terjadi peningkatan produktivitas lahan secara berkelanjutan sekaligus mendukung mitigasi perubahan iklim melalui peningkatan stok karbon tanah.

Sistem produksi kakao berbasis biochar (SPKB) merupakan suatu percontohan pengelolaan kebun kakao yang bertujuan untuk restorasi dan peningkatan produktivitas pada perkebunan rakyat. Hal ini dilakukan sebagai perwujudan green economic secara berkelanjutan untuk memastikan peningkatan produktivitas dan kualitas kakao, sekaligus membuat mata pencaharian dari kakao lebih berkelanjutan, meningkatkan kesejahteraan petani kakao menghasilkan masyarakat dan melindungi lingkungan di mana kakao dibudi-dayakan.

Biochar merupakan teknologi pengelolaan biomassa yang mampu menghasilkan karbon 50% hingga 80% baik dalam bentuk karbon organik maupun karbon terikat. Biochar telah diterapkan diberbagai negara sebagai bahan pembenah tanah dimana mampu memperbaiki sifat bio-fisik-kimia tanah secara keseluruhan; kakao yang lebih sehat melalui pertumbuhan akar dan penyerapan nutrisi yang lebih baik, serta meningkatkan biomassa kakao dan pohon pelindung, dan tanah dan lingkungan yang lebih sehat dan telah dikonfirmasi oleh banyak peneliti di dunia (Xiang et al., 2016; Iswahyudi et al., 2018; Rawat et al., 2019; Sukmawati et al., 2020). Diseminasi sistem produksi kakao berbasis biochar merupakan kegiatan pemberdayaan petani untuk mengelola limbah perkebunan kakao dan sekitarnya menjadi biochar dalam bentuk kredit karbon.

Sosialisasi ini merupakan kegiatan yang mempertemukan antara pemerintah sebagai pengambil kebijakan, PT. Perkebunan Nusantara IVX selaku badan usaha milik negara yang mengelola perkebunan besar, sehingga segala praktik pengelolaan yang dilakukan dapat ditularkan kepada petani. Praktisi dari mitra (tenaga ahli) akan mengadakan pelatihan untuk adopsi teknologi tabulasi data untuk kepentingan sertifikasi. Sedangkan praktisi untuk pembuatan kompos akan mengadopsi petani teknik pengomposan limbah kakao yang mudah untuk difermentasi.

Dengan pendekatan partisipatif dan berbasis potensi lokal, kegiatan ini diharapkan menjadi langkah awal menuju transformasi sistem budidaya kakao yang lebih produktif, ramah lingkungan, dan ekonomis, serta menjadi model replikasi bagi kelompok tani lainnya di Kabupaten Soppeng dan wilayah sekitarnya. Pada akhirnya kegiatan ini dapat menambah pengetahuan dan keterampilan petani dalam mengelola limbah pertanian menjadi biochar yang terstandarisasi sebagai bahan pembenah tanah yang bernilai jual.

1.2. Tujuan

Kegiatan **sosialisasi sistem produksi kakao berbasis biochar** ini bertujuan untuk memberikan pengetahuan dan keterampilan praktis kepada Kelompok Tani Mamminasa Deceng dalam mengadopsi teknologi biochar secara tepat guna. Selain meningkatkan kesuburan tanah dan hasil panen kakao, pendekatan ini juga berorientasi pada peningkatan pendapatan petani dan penguatan kapasitas kelembagaan kelompok tani dalam pengelolaan pertanian berkelanjutan.

1.3. Manfaat

Adapun manfaat kegiatan ini:

1. Peningkatan Pengetahuan Petani
Memberikan pemahaman kepada anggota Kelompok Tani Mamminasa Deceng tentang manfaat dan teknik penerapan biochar dalam sistem budidaya kakao, termasuk cara produksi dan aplikasinya di lahan pertanian.
2. Peningkatan Produktivitas Lahan
Mendorong perbaikan sifat fisik dan kimia tanah melalui aplikasi biochar sehingga mampu meningkatkan efisiensi pemupukan, retensi air, dan ketersediaan hara bagi tanaman kakao.
3. Peningkatan Pendapatan Petani
Dengan meningkatnya produktivitas dan efisiensi penggunaan input pertanian, pendapatan petani diharapkan meningkat seiring dengan penurunan biaya produksi dan peningkatan hasil panen.
4. Penguatan Kapasitas Kelembagaan Kelompok Tani
Meningkatkan kemandirian kelompok tani dalam pengelolaan teknologi inovatif, serta mendorong kerja sama dan perencanaan usaha tani yang lebih berkelanjutan dan adaptif terhadap perubahan iklim.

BAB 2. TARGET DAN LUARAN

2.1. Target Kegiatan

Adapun target dari kegiatan ini adalah:

1. Petani anggota Kelompok Tani Mamminasa Deceng di Kabupaten Soppeng yang aktif dalam budidaya tanaman kakao.
2. Peningkatan kapasitas petani dalam memahami dan menerapkan teknologi biochar dalam sistem pertanian kakao.
3. Penguatan kelembagaan kelompok tani dalam menerapkan sistem pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan.

2.2. Luaran yang diharapkan

1. Terlaksananya kegiatan sosialisasi dan pelatihan teknis pembuatan dan penggunaan biochar kepada minimal 20 orang anggota kelompok tani.
2. Tersusunnya modul/panduan sederhana tentang sistem produksi kakao berbasis biochar sebagai bahan rujukan petani.
3. Penerapan demonstrasi plot (demo plot) penggunaan biochar pada kebun kakao anggota kelompok sebagai sarana pembelajaran langsung.
4. Meningkatnya pemahaman dan keterampilan petani dalam menerapkan teknologi biochar, yang diukur melalui evaluasi sebelum dan sesudah kegiatan.
5. Dokumentasi kegiatan dalam bentuk laporan akhir,

BAB 3. METODE PELAKSANAAN

1.Lokasi Kegiatan.

Lokasi kegiatan dilaksanakan di Aula Kantor Dinas Tanaman Pangan, Hortikultura, perkebunana dan Ketahanan Pangan Kabu-paten Soppeng pada Tanggal 12 Oktober 2022.

2. Peserta Kegiatan.

Peserta kegiatan terdiri dari 30 orang petani dari Kelompok Tani Mamminasa Deceng Desa Parenring Kecamatan Lilirilau Kabupaten Soppeng; 15 orang mahasiswa agroteknologi dan lima orang mahasiswa ekonomi dan bisnis; dan lima orang dosen dari Universitas Muhammadiyah Pare-pare dan satu orang dosen dari Universitas Hasanuddin.

3. Materi Kegiatan.

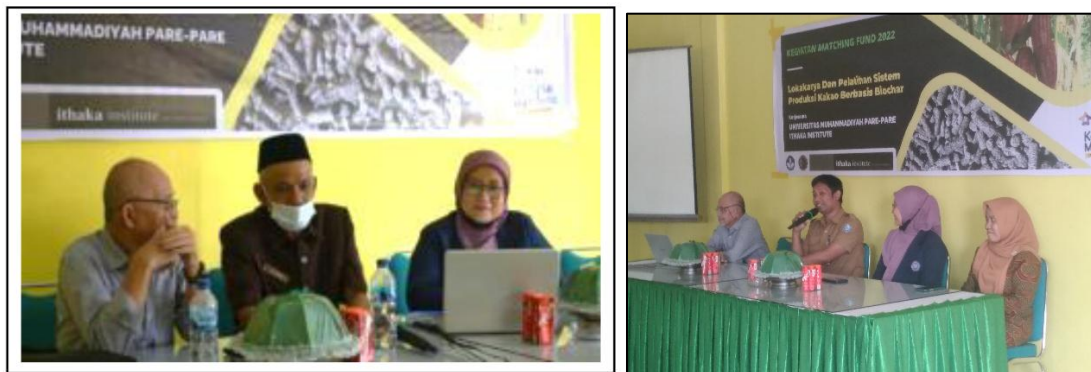
Materi kegiatan terdiri atas empat, yakni: 1)Kebijakan pengembangan kakao di Ka-bupaten Soppeng dibawakan oleh Ke-pala Dinas Tanaman Pangan, Horti-kultura, perkebunana dan Ketahanan Pangan Kabupaten Soppeng; 2)Biochar pendekatan perkebunan kakao berkelanjutan dibawakan oleh Prof.Dr. Ir. H. Nasaruddin, M.Si., Guru Besar Perkebunan dan Fisiologi Tanaman UNHAS; 3)Pengelolaan limbah pertanian sebagai pupuk organik yang diperkaya agen hayati VAM yang dibawakan oleh Dr. Muh. Akhsan, S.P.M.P; dan 4)Standarisasi biochar dan kredit karbon yang dibawakan oleh Luki Fathia Nurul Anisa dari Ithaka Institute.

BAB 4 HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

4.1. Hasil

a. Arah Pengembangan Kakao di Kabupaten Soppeng.

Kepala Dinas Tanaman Pangan, Hortikultura dan Ketahanan Pangan Kabupaten Soppeng memaparkan bahwa Kabupaten Soppeng ditetapkan sebagai lokasi penunjang sentra kakao di Sulawesi Selatan (Gambar 1). Di kabupaten Soppeng kakao termasuk komoditi unggulan yang didukung oleh kesesuaian lahan, dan dukungan sumberdaya manusia. Namun demikian terjadi penurunan produksi dan produktivitas yang disebabkan oleh kondisi tanaman yang sudah tua, kurangnya pemeliharaan, serangan hama penyakit dan terjadinya alih fungsi lahan dan degradasi lahan. Provinsi Sulawesi Selatan berkontribusi sebesar 15% terhadap produksi kakao di Indonesia, dimana luas areal, produksi biji kakao dan produktivitas mengalami tren penurunan yang signifikan sejak tahun 2018, 2019, 2020 (BPS, 2020), yang terjadi pada sentra-sentra perkebunan kakao seperti di Kabupaten Soppeng (BPS Sulawesi Selatan, 2021) Program dan kegiatan pengembangan kakao di Kabupaten Soppeng antara lain adalah: 1) Penyediaan fasilitas bagi penangkar benih; 2) Penyediaan bantuan untuk mendukung peningkatan produksi; dan pendayagunaan peningkatan sumber daya manusia. Adapun kebijakan pemerintah untuk pengembangan kakao antara lain: 1) Sinergitas seluruh sumber daya untuk peningkatan daya saing produk; 2) Pengembangan komoditi tanaman kakao yang berkelanjutan; 3) Peningkatan kemampuan sumber daya manusia; 4) Pengembangan kelembagaan dan kemitraan; 5) Peningkatan investasi usaha; 6) Pengembangan sistem informasi pemasaran.



Gambar 1. Pemaparan Kepala Dinas Tanaman Pangan, Hortikultura dan Ketahanan Pangan Kabupaten Soppeng tentang Arah Pengembangan Kakao di Kabupaten Soppeng

B. Biochar: Pendekatan Perkebunan Kakao Berkelanjutan

Biochar merupakan salah satu pendekatan teknologi budidaya kakao yang berkelanjutan. Hal ini disampaikan oleh nara-sumber dari Universitas Hasanuddin, Bapak Prof. Nasaruddin (Gambar 2). Hasil penelitian bersama Ithaka di Polewali Mandar menunjukkan peningkatan produksi pada tanaman kakao setelah diaplikasi biochar dari kulit kakao. Biochar dapat diaplikasi dalam bentuk piringan maupun pada lubang biopori. Namun yang lebih efektif adalah menggunakan biopori. Selain itu dipaparkan bahwa keberlanjutan ketersediaan limbah pertanian merupakan salah satu pendukung sustainability produksi biochar. Disisilain pemanfaatan biochar bagi mikroorganisme adalah menyediakan lingkungan yang cocok untuk perkembangan mikroorganisme yang baik. Ini disebabkan karena mikroorganisme hidup didalam pori dan menjadikan biochar sebagai rumah. Kandungan volatil biochar merupakan sumber energi bagi perkembangan biochar. Dimana mikroorganisme terserap pada permukaan biochar.



Gambar 2. Pemaparan Prof.Dr. Ir. H. Nasaruddin, M.Si Guru Besar Perkebunan dan Fisiologi Tanaman UNHAS tentang biochar

c. Standarisasi Biochar dan Kredit Karbon.

Materi standarisasi biochar dan kredit karbon dipaparkan oleh Luki Fathia Nurul Anisa dari Ithaka Institute. Sebuah organisasi jaringan sumber terbuka internasional untuk strategi karbon. Dalam dekade terakhir, Ithaka menjadi kolaborasi penelitian terkemuka untuk penyerapan karbon dan daur ulang melalui metode agronomi. Institut ini terkenal akan keahliannya dalam produksi, perawatan pascaproduksi, dan penggunaan biochar. Ithaka mendirikan Sertifikat Biochar Eropa dan mengembangkan berbagai produk berbasis biochar. Proses standarisasi karbon menjadi karbon kredit mengikuti beberapa tahapan yang cukup mudah diadopsi oleh petani setempat, antara lain:

1) Pengeringan bahan baku

Bahan baku yang digunakan merupakan limbah pertanian seperti kulit buah kakao, tongkol jagung, batang jagung atau biomassa pertanian lainnya. Residu pertanian merupakan sumber utama bahan organik berkelanjutan di dunia (Srivastava et al., 2020). Proses pengeringan sangat penting untuk menghilangkan kadar air pada biomassa. Ini berguna agar proses pembakaran tidak menghasilkan asap. Pengeringan dapat dilakukan dibawah sinar matahari.

2) Pembakaran biomassa.

Pembakaran biomassa dilakukan tanpa menghasilkan asap dan sumber pembakaran tidak menggunakan bahan bakar dari fosil. Pada proses pembakaran ini yang menjadi sumber api adalah biomassa itu sendiri. Sehingga efisien dalam penggunaan energi.



Gambar 3. Pemaparan standarisasi karbon kredit dari Ithaka Institute. Proses pengeringan dan pembakaran menggunakan metode kontiki

d. Aplikasi biochar ke dalam tanah sebagai stok karbon.

Salah satu syarat untuk sertifikasi biochar adalah aplikasi kedalam tanah sebagai stok karbon (Gambar 5). Hal ini sangat berguna untuk meningkatkan bahan organik tanah untuk menunjang kesuburan tanah di lahan pertanian. Tanah dengan bahan organik tinggi memiliki kapasitas untuk menyimpan air dalam jumlah besar (FAO, 2015). Pemanfaatannya dapat dilakukan dalam bentuk media tanah untuk pembibitan, pembenah tanah untuk penanaman dan pupuk pelepasan lambat untuk tanaman dewasa. berkualitas tinggi sebagai bahan pembenah tanah (Tripathi et al., 2016). Pada kesempatan ini 25 orang anggota Kelompok Tani Mamminasa Deceng melakukan deklarasi untuk tidak melakukan pembakaran biomassa secara sembarangan di areal pertanian.



Gambar 4. Aplikasi Biochar Sebagai Pupuk Slow Release pada Tanaman Kakao Dewasa dan Bibit Kakao

Selain itu kehadiran maha-siswa dalam kegiatan ini dimaksudkan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan dalam melakukan dan menerapkan praktek baik pada budidaya tanaman kakao. Kegiatan ini melibatkan mahasiswa dimana dapat mengkonversi CPMK Matakuliah (Gambar 6). Hal ini mendukung peningkatan lulusan dimana mahasiswa melakukan kegiatan diluar kampus yang mengkonversi CPMK 3 matakuliah, yakni: ✓Budidaya Tanaman Pangan dan Perkebunan; ✓Kesuburan Tanah dan Pemupukan; dan ✓Penyuluhan.



Gambar 5. Keterlibatan mahasiswa dalam kegiatan sosialisasi

b. Luaran yang dicapai

Luaran yang dicapai dalam kegiatan ini adalah:

1. Terlaksananya kegiatan sosialisasi dan pelatihan kepada anggota Kelompok Tani Mamminasa Deceng mengenai konsep, manfaat, dan teknik aplikasi biochar dalam budidaya kakao.

2. Terbentuknya satu unit demonstrasi plot (demo plot) penggunaan biochar pada lahan kakao milik anggota kelompok tani sebagai contoh praktik langsung di lapangan.
3. Meningkatnya pengetahuan dan keterampilan petani, yang dibuktikan melalui hasil evaluasi pre-test dan post-test serta umpan balik peserta pelatihan.
4. Panduan teknis pembuatan serta aplikasi biochar slow-release.
Dihasilkan SOP produksi kakao berbasis biochar dan haki SOP
[Standar Operasional Sistem Produksi Kakao Berbasis Biochar](#)
No. Permohonan : EC002022107067
5. Publikasi artikel ilmiah atau populer terkait penerapan teknologi biochar dalam mendukung pertanian berkelanjutan.
1 karya ilmiah yang dipublikasi pada Jurnal Nasional Sinta 6 Jurnal Dinamika Pengabdin UNHAS.
<https://journal.unhas.ac.id/index.php/jdp/article/view/24207/9816>

BAB 5. KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil pemaparan dari tiga orang pemateri dan diskusi dengan Kelompok Tani Mamminasa Deceng selama kegiatan sosialisasi, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kebijakan pemerintah Kabupaten Soppeng sangat mendukung potensi pengembangan kakao di Kabupaten Soppeng dengan dukungan terhadap penyediaan sarana dan prasana produksi, peningkatan kapasitas SDM, pengembangan kelembagaan dan jaringan pemasaran berdasarkan sistem informasi.
2. Biochar sebagai salah satu teknologi pengolahan biomassa memiliki peran positif terhadap peningkatan kesuburan tanah, sanitasi kebun dan pengembangan mikroorganisme baik di dalam tanah, sehingga dapat mendukung budidaya tanaman kakao yang lebih baik.
3. Ketersediaan biomassa seperti kulit buah kakao dan tongkol jagung merupakan salah satu potensi peningkatan stok karbon di lahan pertanian yang dapat diubah menjadi karbon kredit dengan mengikuti proses sertifikasi, sehingga limbah pertanian dapat menambah penghasilan petani.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. (2020). Statistik Kakao Indonesia. BPS -Statistik Indonesia. BPS. (2021). Provinsi Sulawesi Selatan dalam Angka, 2020. <http://www.ghbook.ir/index.php?name=>
- Enders, A., Hanley, K., Whitman, T., Joseph, S., & Lehmann, J. (2012). Characterization of biochars to evaluate recalcitrance and agronomic performance. *Bioresource Technology*, 114, 644–653. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.03.022>
- FAO. (2015). Soils store and filter water. 14–17. <http://www.fao.org/3/a-i4890e.pdf>
- Iswahyudi1, Syukri1, U. (2018). Pengaruh Pemberian Pupuk NPK dan Biochar terhadap Pertumbuhan dan Hasil Padi Sawah (*Oryza sativa*, L). 5(2), 1–14.
- Rawat, J., Saxena, J., & Sanwal, P. (2019). Biochar : A Sustainable Approach for Improving Plant Growth and Soil Properties. <https://doi.org/DOI:10.5772/intechopen.82151>
- Srivastava, R. K., Shetti, N. P., Reddy, K. R., & Aminabhavi, T. M. (2020). Sustainable energy from waste organic matters via efficient microbial processes. *Science of the Total Environment*, 722, 137927. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137927>
- Sukmawati, Ala, A., Baharuddin, & Gusli, S. (2020). Biochar interventions enriched with alginate-producing bacteria support the growth of maize in degraded soils Biochar interventions enriched with alginate-producing bacteria support the growth of maize in degraded soils. 0–10. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/486/1/012133>
- Tripathi, M., Sahu, J. N., & Ganesan, P. (2016). Effect of process parameters on production of biochar from biomass waste through pyrolysis: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 467–481. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.122>
- Xiang, Y., Deng, Q., Duan, H., & Guo, Y. (2016). Comparison between different D-Dimer cutoff values to assess the individual risk of recurrent venous thromboembolism: Analysis of results obtained in the DULCIS study. *International Journal of Laboratory Hematology*, 38(1), 42–49. <https://doi.org/10.1111/ijlh.12426>